Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.2, Summer 2020, P. 335-347
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۳۴۷-۳۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی ژربرا (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist)

فاطمه قربانعلی‌زاده[۱]- مهناز کریمی[۲*]- کامران قاسمی[۳]- مهرناز حاتمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۳

چکیده

یکی از عوامل تولید که در پرورش گل و گیاهان زینتی بسیار پر اهمیت است توجه به بستر کشت آن‌ها می‌باشد. در این پژوهش از سنبل آبی که در سال‌های اخیر به‌عنوان یک علف هرز مشکل‌ساز در تالاب‌ها و آبگیرهای شمال کشور مطرح بوده به‌عنوان یک منبع قابل دسترس برای تهیه کمپوست و از هیومیک اسید به جای نهاده‌های شیمیایی در تولید گل ژربرا رقم Artist استفاده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کـاملاً تصـادفی انجام گرفت. فاکتور اول کمپوست سنبل آبی (با نسبت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد حجمی) و فاکتور دوم هیومیک اسید (صـفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بود. با توجه به نتایج بدست آمده اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر اکثر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد با ۱۱۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مربوط به کمپوست ۵۰٪+۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید بود. در این تیمار زمان ظهور گل ۴۰ روز زودتر نسبت به شاهد اتفاق افتاد. بیشترین محتوای کلروفیل با ۱۵۵/۵۲ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۲۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گـرم در لیتـر هیومیـک اسید مشاهده شد. بیشترین میزان پتاسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. میزان عنصر کلسیم در کمپوست ۵۰ ٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در حداکثر بود. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از بستر کشت ۲۵ و ۵۰ درصد کمپوست سنبل آبـی به همراه هیومیک اسید با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به منظور بهبود صفات رویشی، گلدهی و عمرگلجایی ژربرا توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، عمرگلجایی، عناصر، زمان گلدهی

مقدمه

گل ژربرا گیاهی علفی از خـانواده Asteraceae کـه دارای گـل‌هـای رنگارنگ زیبایی است. به‌عنوان گل شاخه بریده، گلـدانی و باغچـه‌ای کشت می‌شود و از جمله ۱۰ گل شاخه بریده مهـم جهـان مـی‌باشـد (۴۶). یکی از عوامل تولید که در پرورش گـل وگیاهـان زینتـی دارای اهمیت فراوان است، توجه به بستر کشت آن‌ها می‌باشد. در سال‌هـای اخیر کشت بدون خاک یکی از سیستم های اصلی کشت در بین فنون مختلف استفاده شده در باغبانی و تولید گل‌هـای زینتـی بـوده اسـت. یکی از عوامل مهم در یک سیستم کشت بدون خاک، انتخـاب بسـتر مناسب است (۴۷). سـنبل آبـی (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) متعلق به خانواده Ponteridiaceae از گیاهان آبـزی و جـزء ده گونه علف هرز مهاجم جهان محسوب می‌شود. ایـن گیـاه از سـال ۱۹۴۰ به‌عنوان یک مشکل عمده مطرح گردید (۵۴). استفاده از سنبل آبی به‌عنوان یـک منبـع تجدیـد پـذیر و پایـدار، محصـولات زیسـت محیطی و ارزان قیمت را فراهم خواهـد کـرد (۵۱). ایـن گیـاه حـاوی بیش از ۹۵ درصد آب، عناصر غذایی زیاد (نیتروژن، فسـفر)، محتـوی پروتئین و بافت‌های فیبری زیادی می‌باشد (۲۶). تبدیل سنبل آبی بـه کمپوست و ورمی‌کمپوست یکی از روش‌های مـوثر بـرای کنتـرل آن است که باعث کاهش به‌کارگیری کودهای شیمیایی و رشـد تهـاجمی آن در تالاب‌ها و مرداب‌ها می‌شود (۴۵). گزارش شده است کمپوسـت و ورمی‌کمپوست علاوه بر عناصر غـذایی و مـواد آلـی، دارای مقـادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مـواد از طریـق بهبـود زیسـت فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی (۱۳) باعـث افـزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (۵۲). طبق گزارشی استفاده از کمپوست سـنبل آبـی بـر روی گیـاه زینتـی کراسـاندرا (*Crossandra unduleafolia*) ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول ریشه، نسبت شاخساره به ریشه، وزن خشک کل، اولین گلدهی، تعداد گل، طول گل آذیـن و شاخص برداشت را بهبود بخشـید (۲۲). در پژوهشـی سـنبل آبـی در مقایسه با دیگر مواد آلی و کودهـای غیـر آلـی تعـداد گـل را در گـل جعفـری آفریقـایی (*Tagects erecta*) افـزایش داد (۴۳). نوریـان و

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و اسـتادیاران، گـروه علـوم باغبـانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: karimi@sanru.ac.ir)
۴- دانشیار، گروه گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک
DOI: 10.22067/jhorts4.v34i2.87001

همکاران (۴۱) اثر سطوح مختلف کمپوست و ورمی کمپوست سنبل آبی را در گیاه سوسن (*Lilium* sp.) مورد بررسی قرار دادند، با توجه به نتایج بدست آمده اثر سطوح پایین کمپوست و ورمی کمپوست بر روی صفات موفولوژیکی و عمر گلجایی این گیاه معنی‌دار بود. این محققین همبستگی مثبتی در افزایش میزان کلسیم و عمر گلجایی در بسترهای حاوی کمپوست و ورمی‌کمپوست گزارش کردند (۴۱). استفاده از کود های طبیعی از جمله اسید هیومیک که یک پلیمر طبیعی در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک است می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (۲). شاهسون و چمنی (۴۹) گزارش کردند که هیومیک اسید بر خصوصیات رشد و عملکرد از جمله تعداد برگ، ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل گل بریدنی شب بو (*Matthiola incana* 'Hanza') موثر بوده است. نیکبخت و همکاران (۴۰) با بررسی تأثیر هیومیک اسید بر گل شاخه بریدنی ژربرا نشان دادند که هیومیک اسید علاوه بر افزایش عملکرد، منجر به افزایش جذب کلسیم و در نتیجه افزایش عمر گلجایی گل و کاهش خمیدگی ساقه می‌شود. تولید بستر کشت ارزان و در دست رس می‌تواند سبب کاهش هزینه تولید در پرورش گیاهان زینتی باشد. افزایش هزینه و کاهش دسترسی پیت ماس و وارداتی بودن این محصول باعث مطالعه در زمینه کمپوست و بسترهای کشت جایگزین شده است هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر کمپوست سنبل آبی به عنوان یک منبع قابل دسترس جایگزین بسترهای کشت وارداتی (از جمله پیت ماس) در تلفیق با هیومیک اسید به جای نهاده‌های شیمیایی در تولید گل ژربرا بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول کمپوست سنبل آبی (با نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد حجمی جایگزین پیت ماس در تیمار شاهد) و فاکتور دوم هیومیک اسید (با غلظت‌های صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. ترکیب پیت ماس + پرلیت با نسبت حجمی ۲ به ۱ به عنوان تیمار شاهد درنظر گرفته شد. برای تهیه کمپوست سنبل آبی، گیاه سنبل آبی از رودخانه‌ای در حاشیه شهر ساری جمع‌آوری شد. ابتدا برگ‌های سنبل آبی به قطعات ریز خرد شده و حدود هشت ساعت در آفتاب خشک شد و به ضخامت پنج سانتی‌متر در کف ظرف پخش گردید. روی این لایه به ضخامت یک سانتی متر کود دامی نیمه مایع به صورت یکنواخت پخش شد و در بالای آن لایه‌ای از خاکستر چوب و آهک قرار گرفت. سپس ۱۵سانتی متر برگ خرد شده سنبل آبی و برگ سبز علف هرز مرغ ریخته شد. این کار مجددا تکرار شد تا ارتفاع لایه به یک متر برسد. بالاترین لایه با برگ خشک درختان، علف، کود دامی، و آهک و ورقه پلاستیکی مشکی پوشانده شد. به‌منظور هوادهی بهتر در مرکز آن یک سوراخ ایجاد گردید. برای تجزیه بهتر کمپوست هر ۱۵روز یک بار توده زیر و رو شد بعد از گذشت ماه اول، مواد انباشته شده به رنگ قهوه‌ای روشن در آمد و برگ‌ها تا حدودی تجزیه شد و در نهایت بعد از گذشت دو و نیم ماه کمپوست آماده شد. بعد از این مرحله پوشش برداشته شد و کمپوست در زیر نور خورشید خشک گردید که بوی نامطبوع نداشته باشد (۳۳). گیاهچه‌های کشت بافتی ژربرا رقم Artistاز شرکت طراوت سبز ثمین اصفهان تهیه و در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۹ سانتی‌متر در بسترهای مورد نظر کاشته شد. هیومیک اسید هر ده روز یک بار پای بوته استفاده گردید. میانگین دمای شب و روز در گلخانه در طول آزمایش به ترتیب ۲±۱۷ و ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت گلخانه ۶۵ تا ۷۵ درصد بود. ۶ ماه بعد از کاشت صفات مورد بررسی شامل زمان گلدهی، تعداد گل، تعداد برگ، طول ساقه گل، قطر ساقه گل، قطر دیسک گل، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، میزان فنل (۳۵)، کلروفیل کل و کاروتنویید (۶)، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ، نشت یونی گلبرگ (۵۸) و عمر گلجایی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عمر گلجایی، زمانی که گل به شکوفایی کامل رسید، ساقه گل جدا گردید و در ظرف حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در آزمایشگاه با دمای ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. عمر گلجایی به‌صورت روزانه مشاهده و ثبت گردید. دوام عمر گل با شمارش تعداد روزهای پس از برداشت گل تا زمان پژمردگی ۵۰ درصد گل‌ها ارزیابی شد (۳۱). برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه‌های برگ جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و به‌صورت پودر درآمدند. پس از تهیه عصاره، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر اندازه‌گیری شد (۵۶). کلسیم به روش تیتراسیون با اتیلن دی آمین ترا استیک اسید ۰/۰۱ مولار محاسبه گردید (۱۱ و ۲۴). برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کجلدال استفاده شد. ۰/۲ گرم از برگ خشک را با کمک اسید سولفوریک غلیظ در دمای ۳۶۰ درجه سانتی‌گراد به کمک کاتالیزور هضم و سپس درصد نیتروژن با دستگاه کجلدال اتوماتیک مدل ۳۲۰ قرائت گردید (۵۰). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از جداول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اکثر شاخص‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اندازه گیری شده تحت تاثیر تیمارهای مختلف کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید قرار گرفتند.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده
Table 1- Selected chemical properties of organic matters used

	pH	EC	Na	K	P	N	C
		(mS cm^{-1})	(mg kg^{-1})			(%)	
کمپوست Compost	7.8	1.6	519	9783	355	2.4	2.9
پیت ماس Peat moss	6.9	0.65	589	325	51.9	1.7	5.8

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کمپوست و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در ژربرا رقم Artist
Table 2- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	زمان گلدهی Flowering time	تعداد گل Flower number	ارتفاع ساقه گل Flowering stem height	قطر ساقه گل Flowering stem diameter	قطر دیسک گل Flower disk diameter	تعداد برگ Leaf number
کمپوست (A) Compost	4	1201.30**	2.68**	119.74**	0.08**	0.098**	8.18**
هیومیک اسید (B) Humic acid	2	610.75**	3.35**	38.01**	0.35*	0.00067 ns	12.35**
A×B	8	20.45**	1.10**	9.13**	0.02**	0.00061 ns	2.10**
خطا Error	30	1.95	0.20	0.07	0.0048	0.00038	0.088
ضریب تغییرات CV(%)		6.08	27.19	0.54	1.40	0.21	4.95

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

زمان گلدهی: اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر زمان گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). سریع‌ترین زمان شروع گلدهی در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد، بطوریکه ۴۰ روز زودتر نسبت به شاهد اتفاق افتاد (جدول ۳). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر استفاده از کمپوست سنبل آبی بر روی گیاه زینتی کراساندرا زمان شروع اولین گلدهی را بهبود بخشید (۲۲)، همچنین طبق گزارش نوریان و همکاران (۴۱) کمپوست سنبل آبی تاثیر معنی‌داری بر زمان گلدهی سوسن از مرحله کاشت سوخ تا مرحله رنگ‌گیری اولین غنچه گل نشان داد (۴۱). شاهسون و چمنی (۴۹) گزارش کردند که مدت زمان رسیدن به اولین گلدهی در گل بریدنی شب بو تیمار شده با هیومیک اسید، نسبت به تیمار شاهد کوتاه گردید. کاهش زمان تا شروع گلدهی احتمالا به دلیل تاثیر مواد هیومیکی بر افزایش توسعه ریشه و جذب سریع عناصر غذایی در بستر کشت می‌باشد (۱۵). میزان دسترسی به مواد غذایی نقش اساسی در ظهور گل دارد. کاهش تعداد روز تا ظهور گل در اثر کاربرد هیومیک اسید می‌تواند به‌دلیل تاثیر این ماده بر رشد ریشه و جذب عناصر غذایی در بستر کمپوست باشد، که باعث افزایش مقدار فتوسنتز و به دنبال آن افزایش مقدارکربوهیدرات‌ها و تسریع در زمان ظهور گل گردید.

تعداد گل و برگ: کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آن‌ها تاثیر معنی‌داری بر صفت تعداد گل و برگ در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۲). بیشترین تعداد گل با ۱۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. این تیمار تفاوت معنی‌داری با کمپوست ۲۵٪+ ۵۰۰،۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در تعداد گل نشان نداد. بیشترین تعداد برگ در کمپوست ۷۵٪+ ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۳). مطابق با نتایج حاضر، استفاده از کمپوست سنبل آبی در ترکیب با پیت ماس در گل جعفری باعث افزایش تعداد گل شد (۴۳). طبق گزارش گاجالاکشمی و عباسی (۲۲) در گیاه کروساندرا کاربرد ورمی کمپوست و کمپوست سنبل آبی موجب افزایش تعداد برگ و گل در این گیاه گردید (۲۲).

جدول ۳- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در گل ژربرا رقم Artist

Table 3- The effects of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in gerbera cv. Artist

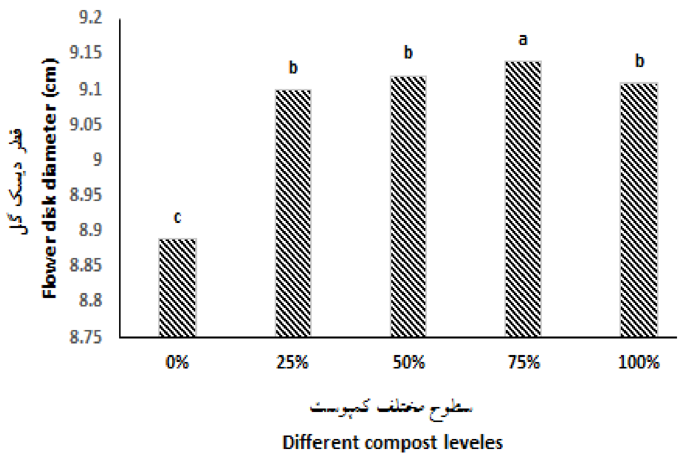
هیومیک اسید Humic acid (mg. L-1)	کمپوست Compost (%)	زمان گلدهی Flowering time	تعدادگل Flower number	ارتفاع ساقه گل Flowering stem height (cm)	قطر ساقه گل Flowering stem diameter (mm)	تعداد برگ Leaf number
0	0%	44.00 a	1.00 b	49.16 c	4.77 c	5.00 e
	25%	23.00 g	1.00 b	48.26 c	4.75 c	5.00 e
	50%	19.00 h	1.00 b	46.00 f	4.72 c	5.00 e
	75%	25.33 f	1.66 b	46.00 f	4.76 c	5.00 e
	100%	40.00 b	1.00 b	44.33 h	4.78 c	5.00 e
250	0%	27.33 f	1.33 b	53.00 a	4.76 c	5.33 e
	25%	12.00 j	2.66 a	49.83 b	5.11 a	6.00 d
	50%	8.66 k	2.66 a	47.83 d	5.07 ab	7.00 c
	75%	19.66 i	1.00 b	46.07	5.13 a	8.33 b
	100%	36.66 c	1.00 b	45.50 g	5.08 ab	5.00 e
500	0%	30.00 e	1.33 b	53.00 a	4.77 c	6.00 d
	25%	10.33 jk	2.66 a	50.00 b	4.99 b	6.33 d
	50%	4.00 l	3.33 a	48.00 d	5.12 a	7.33 c
	75%	14.66 i	1.66 b	47.16 e	5.12 a	9.00 a
	100%	33.00 d	1.33 b	46.00 f	5.09 ab	5.00 e

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% of probability level using LSD test.

کاربرد هیومیک اسید در شمعدانی منجر به بهبود صفات رشـدی گیاه شد (۱). هیومیک اسید، با فعالیت شبه هورمونی، تأثیر فراوانی بـر جذب عناصـر غـذایی و عملکـرد گیاهـان دارد کـه بـا فراهمـی و در دسترس قرار دادن عناصر، باعث بهبود رشد رویشی و زایشی می‌شـود (۱۷). گزارش شده است کمپوست و ورمی‌کمپوست علاوه بـر عناصـر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی مـی‌باشـند کـه این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غـذایی خـاص، بـویژه آهن و روی (۱۳) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (۵۲).

قطر دیسک گل: اثر ساده کمپوست بر قطر دیسک گل معنی‌دار، و اثر هیومیک اسید و برهمکنش آنهـا معنـی‌دار نبـود (جـدول ۲). در کمپوست ۷۵٪ قطر دیسک گل با ۲/۸ درصد افزایش نسبت به شـاهد در حداکثر بود (شکل ۱). در پژوهشی بر گل جعفری، کاربرد کمپوست باعث افزایش قطر گل و تعداد جوانه‌های گل گردید (۲۹). در بررسـی اثر بستر کشت‌های مختلف روی گل ژربرا بیشترین قطر گل در بسـتر ورمی کمپوست + کوکوپیت + سبوس برنج گزارش شد (۱۲). کـاربرد کمپوست در بستر کشت به علت ویژگی اصلاح فیزیکی خاک، حفـظ رطوبت و تعادل عناصر غذایی باعث رنگ‌گیری و افزایش قطر گل در گیاهان زینتی می‌شود (۸). احتمالا به دلیل وجود عناصر غذایی و مواد شبه اکسینی موجود در کمپوسـت، افـزایش در تقسـیم یاختـه‌ای و در نهایت افزایش در قطر گل مشاهده شد.



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف کمپوست برقطر دیسک گل ژربرا رقم Artist

Figure 1- The effects of different compost levels on flower disk diameter of gerbera cv. Artist

ارتفاع و قطر ساقه گل: اثر تیمارهای مورد استفاده بر ارتفاع و قطر گل معنی‌دار بود (جدول ۲)، بطوریکه بیشترین ارتفاع ساقه در کمپوست صفر درصد و هیومیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد (جدول ۳). کمترین ارتفاع ساقه در کمپوست ۱۰۰٪ بدون تیمار هیومیک اسید بود. در اکثر تیمارهایی که کمپوست و هیومیک اسید استفاده شد قطر ساقه در حداکثر بود. بطوریکه بیشترین میزان در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۳). شادان پور و همکاران (۴۸) اثر کود آلی ورمی‌کمپوست کود گاوی را به عنوان بستر کاشت گل جعفری مورد بررسی قرار دادند. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۶۰٪ پیت و ۴۰ درصد پرلیت ثبت شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده هیومیک اسید در افزایش طول ساقه نسبت به تیمار شاهد موثر واقع شد. نتایج پژوهشی نشان داد که استفاده از اسید هیومیک ارتفاع گل حنا را نسبت به شاهد افزایش داد (۲۰). همچنین گزارش شد، اسید هیومیک می‌تواند با افزایش جذب مواد غذایی و انتقال مواد هورمونی باعث افزایش طول ریشه و ساقه گردد (۱۹)، اما با توجه به افزایش ارتفاع ساقه گل در بستر شاهد (پیت + پرلیت)، شاید بتوان تهویه مناسب، خلل و فرج کافی و همچنین EC پایین‌تر (نگهداری پایین تر یون کلر) بستر شاهد را نسبت به بستر کمپوست دلیل اصلی افزایش ارتفاع ساقه گل در بستر شاهد دانست. در پژوهشی کاربرد بستر کشت سیلت + کمپوست و کود دامی سبب افزایش ضخامت ساقه گل در گیاه ژربرا گردید (۱۰). بر اساس گزارش میرزایی و همکاران (۳۶) با کاربرد هیومیک اسید و نانو کلات کلسیم قطر گل و ساقه گل ۲۰درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در پژوهش حاضر با توجه به افزایش عناصر غذایی در بستر کشت سنبل آبی یکی از علل افزایش قطر ساقه را می‌توان افزایش عناصر معدنی در دسترس گیاه دانست. پژوهشگران اظهار داشتند هیومیک اسید ترکیب پلیمری طبیعی است که می‌توانند به صورت مستقیم (به عنوان ترکیب شبه هورمونی اکسین و سایتوکینین) و یا غیر مستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی شود که در نتیجه جذب مواد غذایی و افزایش تقسیم سلولی توسط هیومیک اسید باعث افزایش قطر ساقه می‌گردد (۳۸).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر کمپوست و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد بررسی در ژربرا رقم Artist

Table 4- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	وزن تر شاخساره Leaf fresh weight	وزن خشک شاخساره Leaf dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	کلروفیل کل Total chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoid	فنل Total phenol
کمپوست (A) Compost	4	0.08 ns	5.34**	104.61**	8.36**	8.62**	35021.16**	1.06**
هیومیک اسید (B) Humic acid	2	0.40 ns	0.07 ns	340.99**	7.19**	26.61**	91699.28**	1.94**
A*B	8	0.16 ns	1.67*	19.83**	0.78**	3.23**	5059.77**	0.17**
خطا Error	30	0.21	0.62	2.26	0.013	0.066	94.74	0.00039
ضریب تغییرات CV(%)		1.26	12.24	8.03	2.091	4.86	3.28	1.05

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

وزن تر و خشک شاخساره و ریشه: با توجه به نتایج بدست آمده مقادیر متفاوت کمپوست و هیومیک اسید بر وزن تر شاخساره تفاوت معناداری ایجاد نکرد. اما اثر کمپوست و برهمکنش کمپوست و هیومیک اسید بر وزن خشک شاخساره معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن خشک شاخساره با ۱۸/۴۱ درصد افزایش نسبت به شاهد در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد که با تیمار کمپوست۵۰ ٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید اختلاف معناداری نداشت. کمترین وزن خشک شاخساره در کمپوست ۱۰۰٪+ ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد. اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تر در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد که با تیمارهای ۲۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین وزن خشک ریشه در کمپوست ۵۰٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد (جدول ۵). در پژوهشی

کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست و هیومیک اسید بر وزن تـر و خشـک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه لیزیانتوس اثر مثبت داشته است (۹). در بررسی حاضر نیز احتمالا به دلیل بهبود رشد رویشی از جملـه افزایش تعداد برگ در بسترهای حـاوی کمپوسـت و هیومیـک اسـید، افزایش در وزن خشک شاخساره مشـاهده شـد. در پژوهشـی کـه بـه منظور جایگزینی کمپوست پوسته بادام زمینی به جای پیـت در بسـتر کشت گیاه دراسنا صورت گرفت، کاربرد ۴۵٪ کمپوست پوسـته بـادام زمینی به جای پیت در بستر پیت و پرلیت، باعث افزایش وزن تر ریشه نسبت به شاهد شد (۴). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، با کـاربرد کمپوست سنبل آبی وزن خشک ریشه ذرت افـزایش پیـدا کـرد (۴۲). چنین بیان می‌شود که هیومیک اسید موجب افزایش رنگدانه کلروفیل و فتوسنتز شده و ماده خشک تولیدی درگیاه افزایش می‌یابد. همچنین اسید هیومیک با اثراتی شبیه به هورمون اکسین، موجب افزایش رشـد ریشه و بـه دنبـال آن افـزایش وزن خشـک ریشـه مـی‌گـردد (۲۳) و همچنین به نظر می‌رسد بخشی از آثار کمپوست بر افزایش وزن تـر و خشک ریشه نیز در نتیجه وجود مواد هیـومیکی موجـود در کمپوسـت باشد.

جدول ۵- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژربرا رقم Artist

Table 5- The effects of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in gerbera flower cv. Artist

هیومیک اسید Humic acid ($mg.L^{-1}$)	کمپوست Compost(%)	وزن خشک شاخساره Leaf dry weight (g)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg/g DW)	کاروتنوئید Carotenoid (mg/g DW)	فنل کل Total phenol (mg/g DW)
0	0%	6.30^{a-d}	13.23^{g}	4.86^{j}	3.26^{i}	201.44^{h}	1.52^{kl}
	25%	6.96^{abc}	14.90^{efg}	5.18^{hi}	3.80^{h}	182.69^{i}	1.41^{m}
	50%	7.00^{abc}	15.80^{d-g}	5.00^{ij}	3.64^{hi}	216.43^{gh}	1.32^{n}
	75%	5.60^{d}	17.06^{cde}	4.96^{j}	3.50^{hi}	227.83^{g}	1.50^{l}
	100%	6.10^{bcd}	13.89^{fg}	3.96^{l}	4.70^{fg}	205.85^{h}	1.54^{k}
250	0%	6.03^{cd}	17.86^{cd}	5.33^{gh}	4.52^{fg}	253.45^{ef}	2.04^{d}
	25%	7.20^{abc}	23.93^{b}	6.67^{d}	7.60^{b}	245.56^{f}	1.82^{h}
	50%	6.43^{a-d}	27.86^{a}	7.21^{b}	6.95^{c}	382.50^{c}	1.62^{j}
	75%	7.46^{a}	22.50^{b}	5.83^{f}	5.90^{e}	426.39^{b}	1.93^{f}
	100%	5.36^{de}	18.73^{c}	4.35^{k}	4.28^{g}	348.34^{d}	2.87^{b}
500	0%	7.00^{abc}	16.16^{c-f}	5.44^{g}	4.91^{f}	264.37^{e}	2.09^{c}
	25%	7.26^{abc}	28.98^{a}	6.96^{c}	8.33^{a}	250.37^{ef}	1.87^{g}
	50%	7.43^{a}	29.22^{a}	7.53^{a}	7.26^{bc}	410.28^{b}	1.66^{i}
	75%	7.36^{ab}	23.40^{b}	6.37^{e}	6.49^{d}	461.47^{a}	2.00^{e}
	100%	4.26^{e}	22.19^{b}	4.10^{l}	4.44^{g}	369.04^{c}	2.92^{a}

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

کلروفیل کل و کاروتنوئیـد: بـر اسـاس نتـایج بـه دسـت آمـده تیمارهای مورد استفاده تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یـک درصـد بر رنگدانه کلروفیل و کارتنوئید بـرگ داشـتند (جـدول ۴). در جـدول مقایسه میانگین (جدول ۵) بیشترین محتـوای کلروفیـل در کمپوسـت ۲۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتـر هیومیـک اسـید و بیشـترین محتـوای کاروتنوئید در کمپوست ۷۵٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیـک اسـید نشان داده شـده اسـت (جـدول ۵). در پژوهشـی کـاربرد سـنبل آبـی محتوای کلروفیل را در برگ گیـاه گنـدم در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد افزایش داد. گزارش شد، سنبل آبی دارای عناصـر نیتـروژن، فسـفر و پتاسیم است بنابراین کاربرد این ماده باعث افزایش محتوای کلروفیـل گردید (۵۵). هیومیک اسید در افزایش کلروفیل بـرگ و غـلاف لوبیـا موثر واقع شد که ممکن است به دلیل نقش آن در پایین آوردن pH و افزایش رنگدانه کلروفیل باشد (۳۰). شاهسون و چمنـی (۴۹) گـزارش کردند که هیومیک اسید بر رشد و عملکرد از جملـه بـر تعـداد بـرگ، ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل گل بریدنی شـب بـو مـوثر بـوده اسـت. محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیـک اسـید نقـش مـوثری در افزایش کاروتنوئید برگ همیشه بهار داشت (۱۷). محتـوای کلروفیـل برگ به‌عنوان یک عامـل مهـم در تعیـین ظرفیـت فتوسـنتزی بـرگ محسوب می‌شود (۳۰). با توجه بـه ارتبـاط مسـتقیم بـین نیتـروژن و رنگیزه‌های برگ، کود آلی به تدریج، نیتروژن آزاد مـی‌کنـد در نتیجـه سبب افزایش میزان رنگیزه می‌شود (۳۷). کودهای آلـی بـه واسـطه داشـتن عناصـر مغذی و تـأمین آب در دسـترس گیـاه باعث افزایش

میزان کلروفیل می‌شوند که می‌تواند دلیلی بر افزایش محتوای کلروفیل گیاهان ژربرا در بستر کمپوست سنبل آبی در پژوهش حاضر باشد. اسید هیومیک نقش مؤثری در افزایش نفوذپذیری غشا سلولی دارد و سبب نفوذ بیشتر عناصر ازجمله منیزیم، نیتروژن و ... به درون سلول می‌شود؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که افزایش میزان کلروفیل به علت نقش مؤثر اسید هیومیک است (۷). افزایش جذب عناصر غذایی در اثر کاربرد هیومیک اسید در گیاه منجر به افزایش جذب نیتروژن در گیاه می‌شود. در نتیجه با افزایش میزان جذب نیتروژن گیاه افزایش میزان کلروفیل و افزایش سبزینگی در گیاه امری بدیهی است (۴۹). پژوهشگران اعلام کردند که هیومیک اسید سبب افزایش رنگیزه کاروتنوئید در برگ‌ها می‌شود (۲۱).

فنل: اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر محتوای فنل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۹). بیشترین محتوای فنل در کمپوست ۱۰۰٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد که نسبت به شاهد ۹۲/۱۰ درصد افزایش داشت. کمترین میزان فنل در کمپوست ۵۰٪ ثبت شد (جدول ۵). در پژوهش عابدینی و همکاران (۳) کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید باعث افزایش فنل کل در گیاه همیشه بهار گردید. پژوهشگران گزارش کردند که هیومیک اسید منجر به افزایش ترکیب‌های فنولی می‌شوند (۱۸). کاربرد کودهای آلی به‌دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی بویژه کربن و نیتروژن موجب افزایش ترکیبات فنلی می‌گردد (۲۵). برای ساخت و سنتز ترکیبات فنولی، حضور کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری می‌باشد. افزایش در مقدار کربوهیدرات‌ها، سبب افزایش سنتز ترکیبات فنولی می‌گردد که دلیل این امر ممکن است به اختصاص یافتن بیشتر کربن به مسیر شیکمیک اسید (مسیر ساختن ترکیبات فنلی) باشد (۴۴).

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژربرا رقم Artist

Table 6- ANOVA for measured traits in gerbera cv. Artist under different levels of compost and humic acid

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	نشت یونی Electrolyte leakage	عمر گلجایی Vase life
کمپوست (A) Compost	4	0.17**	0.0084**	8.01**	0.0084**	73.81**	9.07**
هیومیک اسید(B) Humic acid	2	4.43**	0.049**	0.41**	0.02**	207.18**	18.86**
A×B	8	0.04**	0.0051**	0.21**	0.0017**	6.06**	0.97**
خطا Error	30	0.0011	0.0010	0.0030	0.00011	1.04	0.17
ضریب تغییرات CV (%)		1.09	12.48	1.10	9.24	5.79	7.18

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ: با توجه به نتایج آزمایش، اثر کمپوست، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین میزان نیتروژن در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید ثبت شد. بیشترین میزان فسفر در کمپوست ۷۵٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد، که تفاوت معنی‌داری با کمپوست۱۰۰٪، ۷۵٪،۵۰ ٪ + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و کمپوست ۵۰٪ ، ۲۵٪ + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید وجود نداشت. بیشترین میزان پتاسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و بیشترین میزان عنصر کلسیم در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد (جدول ۷). طبق پژوهشی کمپوست سنبل آبی و کود سبز حاصل از *Tithonia diversifolia* به نسبت سه به یک باعث بهبود عناصر غذایی در خاک شد (۱۴). هیومیک اسید، سبب افزایش نیتروژن و فسفر در چمن بنت گراس گردید (۳۴). مصرف غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید باعث افزایش محتوی پتاسیم در برگ‌های ژربرا شد (۴۰). کودهای آلی به خصوص کمپوست‌ها دارای مقادیر فراوانی مواد آلی هستند و در هنگام تجزیه شدن بر میزان عناصر خاک می‌افزایند (۵۷). کمپوست شامل مواد غذایی اصلی گیاه نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (۱۶). اسید هیومیک نفوذپذیری غشاء سلولی را افزایش می‌دهد (۱۵) و با خاصیت بافری در خنثی کردن pH خاک و افزایش حجم ریشه باعث افزایش

جذب عنصر غذایی و رهاسازی و برداشت بهتر عناصر صورت می‌گیرد (۳۲). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کمپوست دارای میـزان عناصـر بالاتری نسبت به بستر پیت ماس است که به همراه هیومیـک اسـید می‌تواند یکی از دلایل افزایش این عناصر در برگ گیاهان ژربرا باشد.

نشت یونی گلبرگ و عمر گلجایی: اثر کمپوسـت سـنبل آبـی، هیومیک اسید و برهمکنش آنها بر نشت یونی سلول و عمـر گلجـایی در سطح احتمال یک درصـد معنـی‌دار بـود (جـدول ۴). نشـت یـونی گلبرگ با ۵۶/۷۹ درصد کاهش نسبت به تیمـار شـاهد در بسـتر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید بود. بیشـترین عمـر گلجایی با ۷۱/۶۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در بستر ۲۵٪ و ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد. تفـاوت معنی‌داری بین این تیمارها وکمپوست ۲۵٪ و ۵۰٪ + ۲۵۰ میلی‌گـرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده نشد (جدول۷). همـانطور کـه مشـاهده شد کمپوست و هیومیک اسید باعث افزایش عمر گلجایی نسـبت بـه شاهد شدند. بر اسـاس پـژوهش نوریـان و همکـاران (۴۱) بیشـترین عمرگلجایی (۹ روز) در گل‌های شاخه بریـدنی لیلیـوم در بسـتر ۲۰٪ کمپوست سنبل آبی گزارش شد. طبـق گـزارش حقیقـی و همکـاران (۲۷) کاربرد اسید هیومیک در کشت هیـدروپونیک ژربـرا بـا افـزایش سطح مواد غذایی توانست عمر پس از برداشت ژربـرا را تـا ۹/۳۳ روز افزایش دهد. هیومیک اسید به‌دلیل اثر مستقیم شبه هورمونی یـا اثـر غیرمستقیم بر افزایش جذب عنصرها بـه ویـژه کلسـیم بـه افـزایش مقاومت مکانیکی دیواره یاخته‌ای و ثبات بیشتر غشای یاخته‌ای کمک می‌کند (۴ و ۳۹). کمپوست با تأثیر روی سـنتز هورمـون‌هـا بـه‌ویـژه اکسین، سبب افزایش جذب عناصر در بستر به ویژه کلسیم مـی‌شـود. این عنصر در دوام و ماندگاری گل نقش دارد (۷). یون کلسیم با تاثیر بر فعالیت اتیلن در غشای سلولی برگ‌ها و جلوگیری از نشـت اتـیلن، پیری را به تاخیر می‌اندازد (۵۳). در پژوهش حاضـر بیشـترین میـزان عنصـر کلسـیم در بسـتر ۵۰٪ کمپوسـت + ۵۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر هیومیک اسید مشاهده شد و بیشترین عمـر گلجـایی نیـز نسـبت بـه شاهد در بستر ۵۰٪ کمپوست + ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسـید بود. نیکبخت و همکاران دریافتند که در طول خمیـدگی سـاقه ژربـرا، یاخته‌ها روی همدیگر می‌افتند و آوندهای چوبی از حالت طبیعی خـود خارج می‌شوند و منجر به از هم گسیختگی یاخته‌ها می‌شود. در نتیجه حرکت آب به سمت گل‌آذین مختل شده و منجر به پیری زودرس گل می‌گردد. هر چه مقدار کلسیم موجود در دیواره بیشتر باشد عمر پس از برداشت گل بیشتر بوده و احتمال خمیـدگی و پژمردگـی گـل پـس از برداشت کمتر می‌شود. با توجـه بـه ارتبـاط نزدیـک بـین نـشت یـونی و عمر گلجایی تیمار هیومیک اسید منجر بـه کـاهش درصـد نشت یونی و در نتیجه افزایش دوام عمر گـل مـی‌شـود. در پـژوهش حاضر نیز عمر گلجایی در گیاهانی با نشت یونی کمتر در حداکثر بـود (جدول ۷). در پژوهش حاضر، بسترهای حاوی کمپوسـت احتمـالا بـه دلیل افـزایش عناصـر موجـود در بـرگ، بـویژه کلسـیم سـبب حفـظ یکپارچگی غشاء گردیدند.

جدول ۷- اثر کمپوست سنبل آبی و هیومیک اسید بر برخی صفات در گل ژربرا

Table 7- Mean comparison of the effect of water hyacinth compost and humic acid on some characteristics in Gerbera flower

هیومیک اسید Humic Acid (mg. L^{-1})	کمپوست (%) Compost	نیتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	کلسیم (%)	نشت یونی Electrolyte leakage (%)	عمرگلجایی Vase life (day)
0	0%	2.52^{hi}	0.21^{cd}	3.63^{j}	0.07^{gh}	23.26^{a}	4.66^{e}
	25%	2.56^{hi}	0.18^{de}	5.13^{h}	0.07^{g}	21.05^{bc}	5.00^{de}
	50%	2.54^{hi}	0.15^{e}	5.01^{i}	0.10^{f}	19.36^{cd}	5.00^{de}
	75%	2.57^{h}	0.19^{de}	5.20^{gh}	0.07^{gh}	22.40^{ab}	4.66^{e}
	100%	2.51^{i}	0.21^{cd}	5.25^{gf}	0.05^{h}	22.82^{a}	3.66^{f}
250	0%	3.30^{e}	0.19^{de}	3.23^{k}	0.08^{g}	20.93^{bc}	5.00^{de}
	25%	3.55^{c}	0.32^{a}	5.71^{b}	0.12^{def}	14.78^{gf}	7.66^{a}
	50%	3.63^{b}	0.31^{a}	5.89^{a}	0.13^{cd}	13.33^{gh}	7.66^{a}
	75%	3.40^{d}	0.33^{a}	5.70^{b}	0.12^{de}	15.51^{f}	6.00^{bc}
	100%	3.12^{g}	0.30^{ab}	5.34^{ef}	0.11^{ef}	18.84^{de}	5.00^{de}
500	0%	3.65^{b}	0.21^{cd}	3.17^{k}	0.10^{f}	19.96^{cd}	5.33^{cde}
	25%	3.64^{b}	0.26^{bc}	5.49^{d}	0.18^{b}	12.31^{h}	8.00^{a}
	50%	3.78^{a}	0.32^{a}	5.66^{bc}	0.24^{a}	10.05^{i}	8.00^{a}
	75%	3.45^{d}	0.32^{a}	5.59^{c}	0.15^{c}	12.93^{h}	6.66^{b}
	100%	3.21^{f}	0.32^{a}	5.39^{e}	0.10^{f}	17.48^{e}	5.66^{cd}

در هر ستون میانگین‌های حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Each column, means with the similar letters are not significantly different at 5% of probability level using LSD test.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد بستر کشت کمپوست حاصل از سنبل آبی به‌همراه هیومیک اسید به دلیل بهبود محیط ریشه و افزایش جذب بهتر عناصر غذایی باعث افزایش خصوصیات کمی، کیفی و عمر پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا رقم Artist در مقایسه با بستر کشت شاهد (پیت + پرلیت) گردید. کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید به عنوان بهترین تیمار معرفی شد.

منابع

1- Abbaszadeh Faruji R., Shoor M., Tehranifar A., Abedi B., and Safari N. 2018. Effects of humic acid and fulvic acid on some morphological characteristics of geranium. Journal of Horticultural Science 32: 35–50.
2- Abedi T., and Pakniyat H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 46: 27- 34.
3- Abedini T., Moradi P., Hani A. 2015. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of pot marigold. Journal of Novel Applied Sciences 4(10): 1100-1103.
4- Alidoust M., Mohammadi Torkashvand A., Mahboub Khomami A. 2012. The effect of growth medium of peanut shells compost and nutrient solution on the growth of Dracaena. Annals of Biological Research 3 (2): 789-794.
5- Amiri H., Ismaili A., and Hosseinzadeh S.R. 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). Compost Science and Utilization 25(3): 152-165.
6- Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23: 112- 121.
7- Asri F., Demirtas E., and Ari N. 2015. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21(3): 585-591.
8- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A., and Metzger J.D. 2002. The influence of earth-worm-processed pig manure on the growth and productivity of marigold, Bioresource and Technology 81: 103-108.
9- Bahaloo Z., Reezi S., Rabiei Gh., and Saeedi K. 2018. The positive effects of vermicompost and humic acid on quantitative and qualitative traits of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) after transplanting. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center 8(4): 17-25
10- Caballero R.P., Pajuelo J., Ordovas E., Carmona C., and Delgado A. 2009. Evaluation and correction of nutrient availability to Gerbera jamesonii H. Bolus in various compost-based growing media. Scientia Horticulturae 122(2): 244-250.
11- Chapman H.D., and Pratt P.F. 1961. Method of analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of Agricultureal Sciences.
12- Chauhan R.V., Varu D.K., Kava K.P., and Savaliya V.M. 2014. Effect of different media on growth, flowering and cut flower yield of gerbera under protected condition. The Asian Journal of Horticulture 9(1): 228-231.
13- Chen Y., De-Nobili M., and Aviad M. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 103–29
14- Chukwuka K.S., and Omotayo O.E. 2008. Effects of tithonia green manure and water hyacinth compost application on nutrient depleted soil in South-Western Nigeria. International Journal of Soil Science 3(2): 69–7.
15- Dann P.R., Derrick J.W., Dumaresq D.C., and Ryan M.H.1996.The Response of Organic and Conventionally Grown Wheat to Superphosphate and Reactive Phosphate Rock. Australian Journal of Experimental Agriculture 36: 71-78.
16- Edwards S., Asmelash A., Araya H., Berhan T., Egziabher G. 2007. Impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia, 2000-2006 inclusive. FAO, Rome.
17- Elhavirdi Zadeh N., and Nazari Deljo M.J. 2014. Effect of humic acid on the effect of humic acid on morpho-physiological indices, nutrient uptake and longevity after harvest of perennial cut flowers (*Calendula officinalis*). Crysantha in hydroponic system. Science and Techniques of Greenhouse Cultivation 5(18): 133-142. (In Persian)
18- Elmongy M.S., Zhou H., Cao Y., Liu B., and Xia Y. 2018. The effect of humic acid on endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activity during in vitro rooting of evergreen azalea. Scientia Horticulturae 227: 234-243.
19- Eshghi S., and Garazhian M. 2015. Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. Iran Agricultural Research 34 (1): 14-20.
20- Esirngu A., Sezen I., Aytatli B., Ercisli S. 2015. Effect of humic and fulvic acid application on growth parameters in Impatiens walleriana L. Akademik Ziraat Dergisi 4(1): 37- 42.
21- Ferrara G., Pacifico A., Simeone P., and Ferrara E. 2008. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on ‘Italia’ table grape. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin 42: 79-87.
22- Gajalakshmi S., and Abbasi S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the

growth and flowering of Crossandra undulaefolia and on several vegetables, Bioresource Technology 85: 197–199.
23- Ghasemi A., Tavakalo M.R., and Zabihi H.R. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. Journal of Agriculture and Plants Breeding 8(1): 39-56. (In Persian)
24- Ghazan Shahi J. 2006. Soil and plant analysis. Translator motarjem, pp. 311.
25- Ghorbanli M., Saadatmand L., and Niakan M. 2011. Study the effects of natural habitats on flavonoids poly phenols, anthocyanin and their related antioxidant activity in Elaeagnus agustifolia. The first congress on advanced Agricultural finding, Islamic Azad University Saveh, Iran. (In Persian)
26- Gunnarson C., and Mattsson C. 1997. Water hyacinth-trying to turn an environmental problem into an agricultural resource. MFS-report no. 25, Swedish University of Agriculture.
27- Haghighi M., Nikbakht A., Ping Xia Y., Pessarakli M. 2014. Influence of Humic Acid in Diluted Nutrient Solution on Growth, Nutrient Efficiency and Postharvest Attributes of Gerbera.Communications in Soil Science and Plant Analysis 45(2): 177-188.
28- Hanafy A.A.H., Nesiem M.R.A.M., and Salla H. 2010. Effect of some simulative Compounds on Growth, Yield and Chemical Composition of Snap Beam Plants Grown under Calcareous Soil Conditions. Journal of American Science 6(10): 552-569.
29- Hidlago P.R., Matta F.B., and Harkess R.L. 2006. Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. Horticultural Science 4(1): 1474-1476.
30- Hossain Z., Kurihara H., and Takahashi K. 2003. Biochemical composition and lipid compositional properties of the brown alga Sargassum horneri.Pakistan Journal of Biological Sciences 6(17): 1497-1500.
31- Humic acid and folic acid on some morphological characteristics of geranium. Horticultural Science 32: 35–50.
32- John Elgar H., Woolf A.B., and Bieleski R.L. 1999. Ethylene production by three lily species and their responseto ethylene exposure. Postharvest Biology and Technology 1(6): 257–267.
33- Jones C.A., Jacobsen J.S., and Mugaas A. 2004. Effects of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. Facts Fertilizer 32: 345-352.
34- Kafel M.R., Kafel G., Balla M.K., and Dhakal L. 2009. Results of experiment of preparing compost from invasive water hyacinth *(Eichhornia crassipes*) in rupa Lake Areanepal. Journal of Wetlands Ecology 2: 17-19.
35- Mackowiak C.L., Grossl P.R., and Bugbee B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of America Journal 65: 174-1750.
36- McDonald S., Prenzler P.D., Autolovich M., Robards K .2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry 73: 73-84.
37- Mirzaei N., Jabbarzadeh Z., Rasouli Sadaghiani M. 2019. Investigation of Some Morphological and Biochemical Characteristics and Vase Life of Gerbera jamesonii cv. Dune Cut Flower Using Humic Acid and Nano Calcium Chelate. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20(2): 157-170.
38- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651-681.
39- Nardi S., Pizzeghello D., Gessa C., Ferrarese L., Trainotti L., and Casadoro G. 2000 .A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biology and Biochemistry 32: 415–419.
40- Nazari Deljou M., Pour Youssef Karamian M., and Jaberian Hamedani H. 2012. Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. World Applied Sciences Journal 18(5):698-703.
41- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A., and Etemadi N.A. 2008. Effect of humic acid on p growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition 31: 2155-21267.
42- Norian N., Rohollahi I., Karimi M .2018. Evaluation of Organic Fertilizer from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as substrate for Lilium sp. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19(3): 267-276. (In Persian)
43- Osoro N., Muoma J.O., Amoding A., Mukaminega D., Muthini M., Ombori O., and Maingi M. 2014. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost on growth and yield parameters of maize.British Journal of Applied Science & Technology 4(4): 617-633.
44- Paul S., and Bhattacharya S. 2012. Vermicomposted water hyacinth growth and yield of marigold by improving nutrient availability in soils of north bank Assam. Journal of Agricultural Science and Technology 2(1): 1-11.
45- Phuong M., Nguyen E.M., and Niemeyer K.E.D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry 123: 1235–1241.
46- Prasad R., Singh J., and Kalamdhad A.S. 2013 .Assessment of nutrients and stability parameters during composting of water hyacinth mixed with cattle manure and sawdust. Research Journal of Chemical Sciences 3(4): 1–4.
47- Parthasarathy V.A., and Nagaraju V. 1999. An In-vitro propagation in *Gerbera JamesoniiBolus*. Indian Journal of Horticulture 56:82–83
48- Shabani T., Peyvast G.H., and Olfati J. 2011. Effect of different substrates on quantitative and qualitative traits of

three pepper cultivars in soilless culture. Journal Science and Technology of Greenhouse Culture, 2: 11–21.
49- Shadanpour F., Mohammadi Torkashvand A., Hashemi Majd K .2011. The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold Annals of Biological Research 2(6): 109-115.
50- Shahsavan Markadeh M., Chamani E. 2014. Effects of various concentrations and time of humic acid application on quantitative and qualitative characteristics of cut stock flower (*Matthiola incana* ‘Hanza’). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center 5(3): 157-171.
51- Sharaf A.I., and El-Naggar A.H. 2003. Response of Carnation plant to phosphorus and boron foliar fertilization under greenhouse conditions. Alexandria Journal of Agricultural Sciences 48(1): 147-158.
52- Sindhu R., Binod P., Pandey A., Madhavan A., Jose A. A., Vivek N., Gnansounou E., Castro E., and Faraco V. 2017. Water hyacinth a potential source for value addition: An overview, Bioresource Technology 230: 152−162.
53- Tartoura A.H. 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 9(2): 208 - 16.
54- Torre S., Borochov A., and Halevy A. H. 1999. Calcium regulation of senescence in roses. Physiology of Plant 107: 214-219.
55- Twongo T., and Balirwa J.S. 1995. The water hyacinth problem and the biological control option in the highland lake region of the upper Nile basin Uganda’s experience. The Nile 2002. Conference, Arusha, Tanzania, 1-15 pp.
56- Vidya S., and Girish L. 2014. Water hyacinth as a green manure for organic farming. International Journal of Natural and Social Sciences 2: 65–72.
57- Wahing I.W.Van V.J.G. Houba J.J.Van der lee.1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, plant analysis procedure. Wageningen Agriculture University.
58- Zaghloul R.A., Mohamed Y.F.Y., Rasha M., El-Meihy. 2016. Influential cooperation between zeolite and PGPR on yield and antimicrobial activity of thyme essential oil. International Journal of Plant and Soil Science 13(1): 1–18.
59- Zhang Y., Guo W., Chen S., Han L., and Li Z. 2007. The role of N- lauroyl ethanol amine in the regulation of senescence of cut carnations (*Dianthus caryophyllus*). Journal of Plant Physiology 164: 993-997.

Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.2, Summer 2020, P. 335-347
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۳۴۷-۳۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation the Effect of Water Hyacinth and Humic Acid Compost on some Morphophysiological and Biochemical Properties of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist)

F. Ghorbanalizade[1]- M. Karimi*[2]- K. Ghasemi[3]- M. Hatami[4]
Received: 26-05-2020
Accepted: 23-06-2020

Introduction: Water hyacinth (*Eichornia crassipes*) is one of the world's most prevalent invasive aquatic plants. Due to the environmental and economic concerns associated with the water hyacinth spread, control of this plant seems will be necessary. Composting is promising techniques for controlling water hyacinth. Humic acid is the fraction of naturally occurring organic materials, which derive from the decomposition of plant and animal residues. Humic acid plays important roles in plants through stimulation of root growth and increase of water and nutrient uptake by plants. In this study, we evaluated the effect of water hyacinth compost and humic acid on the vegetative and reproductive characteristics of gerbera flowers

Materials and Methods: The present study was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The first factor was water hyacinth compost (0, 25, 50, 75 and 100% v/v) and the second factor was humic acid (0, 250 and 500 mg L^{-1}). The peat moss + perlite (2:1 v/v) was considered as a control treatment. To prepare water hyacinth compost, the water hyacinth was collected from a river in Sari, Mazandaran, Iran. Water hyacinth leaves were exposed to direct sunlight for eight hours to wither then chopped to fine pieces and eventually was spread on the surface. The thickness of leaves is five-centimeter. One centimeter thickness of animal manure was added on top of the water hyacinth leaves and then a layer of ash and lime respectively added. This step was repeated until the height of the layer reached to one meter, finally the top layer was covered with dry leaves of native trees and black polyethylene sheets. The mass was mixed up every 15 days to get a better result (uniform decomposition). Finally, after three months, the compost was prepared. Gerbera (cv. Artist) seedlings with uniform size (15 cm) were planted in plastic pots at different levels of compost. Humic acid was used once every ten days. The average day and night temperature in the greenhouse during the experiment was 17±2 and 23±2ºC, respectively, and the average greenhouse humidity was 65 to 75%. Flowering time, number of flowers, number of leaves, stem length, flower stem diameter, flower disk diameter, fresh and dry weight of shoots and roots, phenol content, total chlorophyll and carotenoids, concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the leaves, ion leakage of petals and vase life were evaluated.

Result and Discussion: According to the results of the effect of compost, humic acid and their interaction on most of the studied characteristics were significant. The highest number of flowers with 117% increase compared to the control treatment was related to 50% compost + 500 mg L^{-1} humic acid. In this treatment, the time of flower emergence occurred 40 days earlier than the control. The highest chlorophyll content with 155.52% increase compared to control was observed in 25% compost + 500% humic acid. Mineral elements in the leaf of the Gerbera plant were significantly affected by growth media and humic acid. The highest nitrogen content was found in 50% compost + 500 mg L^{-1} humic acid (a 50% increase compared to control). The highest potassium content was observed in 50% compost + 250 mg L^{-1} humic acid. The highest concentrations of calcium were found in the leaves of plants grown in 50% compost + 500 mg L^{-1} humic acid. The highest vase life with a 71.67% increase compared to the control treatment was related to plants that were grown in 25% or 50% compost+ 500 mg L^{-1} humic acid. The lowest ion leakage was recorded in 50% compost + 500% humic acid with 56.79% decrease compared to the control. In the present study, most of the growth media and humic acid significantly affected most of the Gerbera plant parameters. The best results were obtained from 25% and 50% compost +250, 500 mg L^{-1} humic acid. Due to proper drainage, increased water retention, a pseudo hormonal compound such as auxin and increased absorption of elements, compost improve the chemical and physical structure of growing media. Also, high leaf nitrogen content was observed in most compost-containing substrates. This element plays a key role in vegetative growth. The concentration of nitrogen and phosphorus in

1, 2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professors, Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, respectively.
(*- Corresponding Author Email: karimi@sanru.ac.ir)
4- Associate Professor, Department of Medicinal Plants, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

compost is usually 5 to 11 times higher than soil which is gradually delivered to the plant and increases the growth and flowering of the plant. Humic acid plays important roles in plants through stimulation of root growth and increase of water and nutrient uptake by plants. In our study the application of humic acid at 250 and 500 mg L^{-1} significantly increased concentration of nitrogen, phosphorus, calcium and potassium as compared with control. It has also been reported that humic acid provides growth regulators to regulate and control hormone levels in plants and stimulates the production of plant enzymes and hormones, which ultimately increases the vegetative and reproductive growth of the plant.

Conclusion: The results of this study showed that water hyacinth compost with humic acid due to improving the root environment and increasing the absorption of nutrients, increased quantitative, qualitative and vase life characteristics of *Gerbera* in comparison with control (peat + perlite). 50% compost was introduced as the best treatment in combination with concentrations of 250 and 500 mg L^{-1} of humic acid.

Keywords: Flowering time, Elements, Growth media, Vase life